

АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ХАРИТОНОВ

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного хозяйства и ландшафтной архитектуры Института лесных, инженерных и строительных наук, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

*haritonov@petrsu.ru*

## ИЗУЧЕНИЕ ДЕСУКЦИИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ОЦЕНКИ РОСТА РАСТЕНИЙ

Принят нетрадиционный показатель для оценки роста растений – десукция, то есть количество воды, потребляемое корнями растений. Десукция – важнейший физиологический процесс, с которым связано накопление растительной массы. Изучение ее количественной характеристики в естественных условиях даст новые возможности изучения ростовых процессов растений и может иметь очень широкий спектр применения: в биологии, природных мониторингах и некоторых других областях знания, например, по расходу почвенной влаги часто оценивают суммарное испарение (эвапотранспирацию). Предложенный метод может быть использован гидрофизиками для оперативного определения суммарного испарения с ограниченных площадей. Конечной целью проекта является разработка методики оперативной оценки роста растений в естественных условиях на основе количества воды, потребляемого их корнями, с учетом других условий существования растений, плодородия почв и др. В данной работе представлены первые шаги в этом направлении. Разработаны основные принципы оперативного определения десукции растительными сообществами (лес, поле, болото и т. п.) на однородных площадях. Доказано, что этот показатель может успешно применяться в естественных условиях для оценки развития фитоценозов. Показано, что он может фиксироваться автоматическими приборами, следовательно, представляется возможность увеличить долю автоматизации процесса исследований, включая сбор полевого материала и получение обработанных результатов на компьютерной технике. Указаны направления дальнейших исследований. Предложена принципиальная схема нового испарителя.

Ключевые слова: десукция как критерий оценки роста растений, количественная оценка, автоматизация сбора информации в полевых опытах, приборы для автоматической фиксации десукции

### ВВЕДЕНИЕ

Развитие науки тесно связано с совершенствованием методов исследований. Сейчас оно в немалой степени зависит от применения автоматизированных средств сбора и обработки информации. В биологических исследованиях при изучении роста растений в естественных условиях особенно остро стоит вопрос автоматизации сбора полевого материала.

Для решения этого вопроса необходимо найти критерий, который бы объективно отражал развитие растений и был наиболее пригоден для автоматической фиксации. Традиционно используемые приростные показатели не полностью отвечают этим требованиям. Они объективно отражают условия роста, но незначительные изменения размеров растений за короткий период, например за одни сутки, затрудняют получение оперативной информации.

Характеризовать развитие растений может количество воды, потребляемое их корнями из почвы (десукция). Конечно, связь десукции с ростом растений довольно сложная, она зависит от мно-

гих условий, например от плодородия почв, тем не менее потребление воды корнями растений существенным образом влияет на их развитие.

Определить количество воды, которое в целом потребляют такие растительные сообщества, как лес, поле, болото, довольно сложно, что сдерживает исследования в этом направлении. Разработка методики оперативного определения десукции в естественных условиях откроет новые возможности для исследований в этой области.

В настоящее время режим водопотребления сельскохозяйственных культур, как правило, анализируют на основе изменений запасов влаги в почве. Однако по современным методикам возможности использовать измеренные запасы влаги в почве весьма ограничены, что связано с трудоемкостью. К тому же не всегда можно точно определить соотношение воды, которую потребляют растения, с другими расходными статьями водного баланса почвенной влаги, например со стоком.

Расход почвенной влаги количественно близок суммарному испарению (эвапотранспирации),

иногда по суммарному испарению оценивают десукцию. В свою очередь, испарение считается самым сложным для изучения среди основных элементов водного баланса.

Исходя из поставленной задачи и возможностей исследователей суммарное испарение и его слагаемые определяют разными методами: с использованием почвенных испарителей или лизиметров; при помощи эмпирических связей с другими факторами; как остаточный член уравнения водного баланса и др.

В настоящее время непосредственно замерить величину суммарного испарения можно лишь с помощью почвенных испарителей, или лизиметров. Эти приборы широко используются в научных исследованиях. Однако необходимое техническое оснащение для таких работ и трудоемкость ограничивают их применение. Например, в лесу этот метод можно применять лишь для изучения испарения с поверхности почвы и транспирации наземным покровом.

Для оценки суммарного испарения в настоящее время предложен ряд формул, в которых используются зависимости испарения от других факторов, параметры которых проще определить непосредственными измерениями. В биологических исследованиях далеко не всегда удачно решаются вопросы на основе применения эмпирических уравнений. В предложенных формулах, как правило, учитываются не все факторы, которые влияют на изучаемый элемент. Особенно трудно учесть кратковременные факторы, которые тем не менее могут иметь значительное влияние на изучаемый элемент. Эмпирические методы расчета применяются лишь в условиях, близких к тем, в которых были получены исходные данные, положенные в основу расчетных формул.

Одним из наиболее популярных методов определения суммарного испарения в настоящее время является метод водного баланса. Очень часто его принимают за эталонный при сравнении с другими методами расчета испарения. Его используют для определения испарения за год, сезон, месяц. За меньший же период времени его применять нецелесообразно, так как при этом погрешности могут быть сопоставимы с определяемыми величинами. В связи с этим его совершенствование идет по пути улучшения методик измерения осадков, стока и изменения запасов влаги в почве.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что для изучения динамики запасов влаги в почве и для расчета испарения с поверхности суши имеется целый ряд методов, использу-

ющих для расчета различную информацию, эти методы подробно описаны разными авторами [2]. Однако среди известных методов учета этих величин в настоящее время нет такого, который можно было бы эффективно использовать в масштабах исследований на однородных территориях за короткий период, например за сутки. Одни методы являются трудоемкими и дорогостоящими, при использовании других в таких условиях проявляется недостаточная точность.

Нами предпринимается попытка разработки методики оперативной оценки запасов влаги в почве, основанной на постоянном наблюдении за уровнем грунтовых вод и другими параметрами, характеризующими водный режим почв, автоматическими приборами, расшифровки данных с целью выявления присутствующих в отдельные периоды составляющих водного баланса и количественной их оценки.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДА

Величину десукции можно оценить по изменению запасов влаги в почве. Соотношение прихода и расхода влаги для суши принято выражать уравнением водного баланса. Для небольшого участка суши и ограниченного промежутка времени оно часто имеет следующий вид:

$$O + P_{\Pi} + P_{\Gamma} + K = C + \Phi + I + T \pm \Delta_{\Gamma} \pm \Delta_{\Pi}, \quad (1)$$

где  $O$  – осадки;  $P_{\Pi}$  – приток поверхностных вод;  $P_{\Gamma}$  – приток грунтовых вод;  $K$  – конденсация водяных паров;  $C$  – сток поверхностных вод;  $\Phi$  – фильтрация (грунтовый сток);  $I$  – физическое испарение;  $T$  – транспирация;  $\Delta_{\Gamma}$  – изменение запаса подземных вод;  $\Delta_{\Pi}$  – изменение запаса наземных вод.

На некоторых площадях в этом уравнении могут отсутствовать отдельные элементы или дополняться другими составляющими водного баланса. Например, на повышенных участках может отсутствовать приток поверхностных и грунтовых вод, на орошаемых участках – добавиться приток воды из оросительных систем и т. д.

Доля каждого члена уравнения водного баланса не всегда остается постоянной. В определенных условиях отдельные его элементы могут отсутствовать или проявляться периодически. Например, транспирация растениями во время вегетационного периода проявляется периодически, что, в свою очередь, вызывает периодичность десукции. Конденсация водяных паров проявляется при пониженных температурах воздуха. Сток по каналам на осушаемых землях зависит от глубины залегания почвенно-грунтовых вод и т. д.

Наблюдения за изменением запасов влаги при различных комбинациях присутствующих элементов водного баланса позволяют количественно оценить отдельные составляющие.

Непрерывные наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод можно проводить при помощи автоматических самописцев с часовым механизмом, которые использовались еще с давних времен [1]. В этом случае мы получим непрерывный ряд наблюдений за уровнем почвенно-грунтовых вод. Эти данные будут характеризовать запасы влаги в почве. Уровень почвенно-грунтовых вод изменяется в зависимости от присутствия тех или иных статей водного баланса. На ленте самописца фактически закодирована информация о присутствии в каждый момент времени отдельных составляющих водного баланса (рис. 1, 2).

Рис. 1 и 2 представляют копии лент, снятых с самописцев уровней почвенно-грунтовых вод. На рисунках указан уровень почвы от поверхности земли. Кривые показывают динамику уровня почвенно-грунтовых вод в течение нескольких дней. Вертикальные линии, пересекающие кривые, ограничивают начало и конец суток. Хорошо видны периоды резких колебаний динамики уровня почвенно-грунтовых вод. Цифрами вблизи кривых указано время (в часах) начала и конца этих колебаний.

Рис. 1 характеризует сухой период (без дождей), здесь происходит постоянное снижение уровней почвенно-грунтовых вод. На графике (см. рис. 2) зафиксирован подъем уровня почвенно-грунтовых вод с 55,5 до 38,5 см от поверхности почвы. Это произошло вследствие дождя.

Суточный цикл динамики уровня почвенно-грунтовых вод состоит из нескольких периодов, которые характеризуются подъемом или снижением зеркала почвенно-грунтовых вод и интенсивностью этих процессов. На данных объектах в вегетационный период при отсутствии осадков он состоит из трех частей (рис. 3).

В начале суток уровень воды снижается медленно (линия АВ), затем интенсивность процесса возрастает (линия ВС) и в конце цикла вновь замедляется (линия СД). Отличие второго периода от первого и третьего заключается в том, что здесь к комплексу постоянных причин, снижающих почвенно-грунтовые воды в течение суток, добавляются еще и периодические – это могут быть десукация и пополнение влаги к испаряющей поверхности почвы. Десукация будет расходоваться на транспирацию и создание растений, часть воды испарится.

Так как в середине суток будут продолжать действовать постоянные причины снижения уровня почвенно-грунтовых вод, то снижение уровня почвенно-грунтовых вод в середине суток

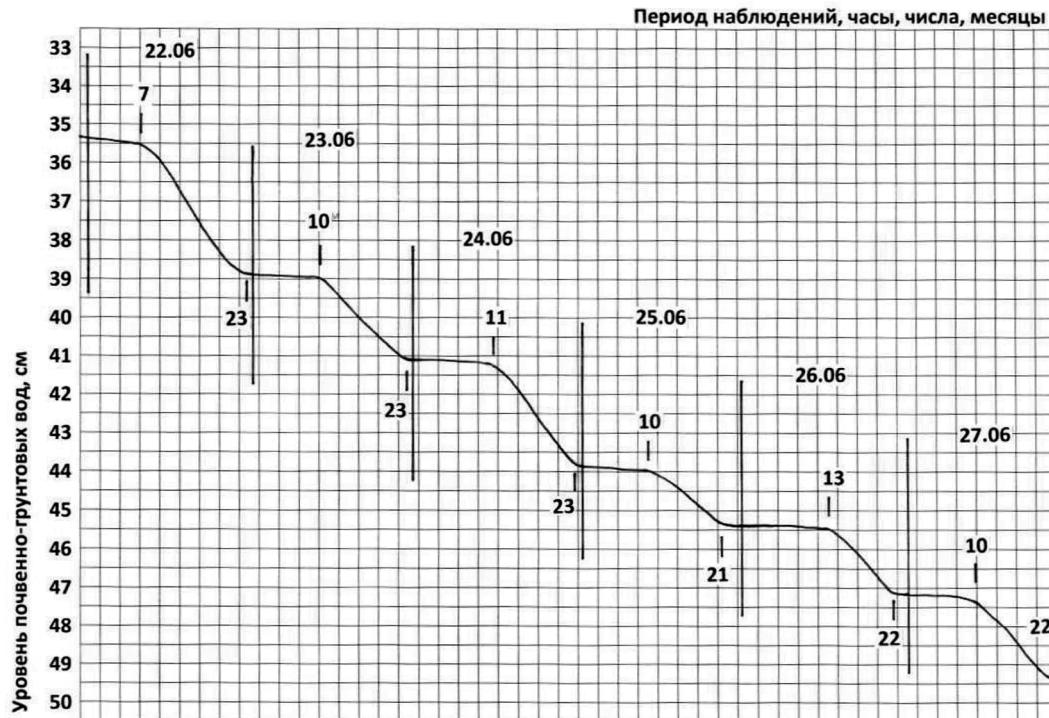


Рис. 1. Копия рабочей ленты самописца уровня почвенно-грунтовых вод. Сухой период вегетации, идет постоянное снижение уровня почвенно-грунтовых вод. 22.06, 23.06 и т. п. – число и месяц наблюдений. 7, 23 и т. п. – время суток (часы)

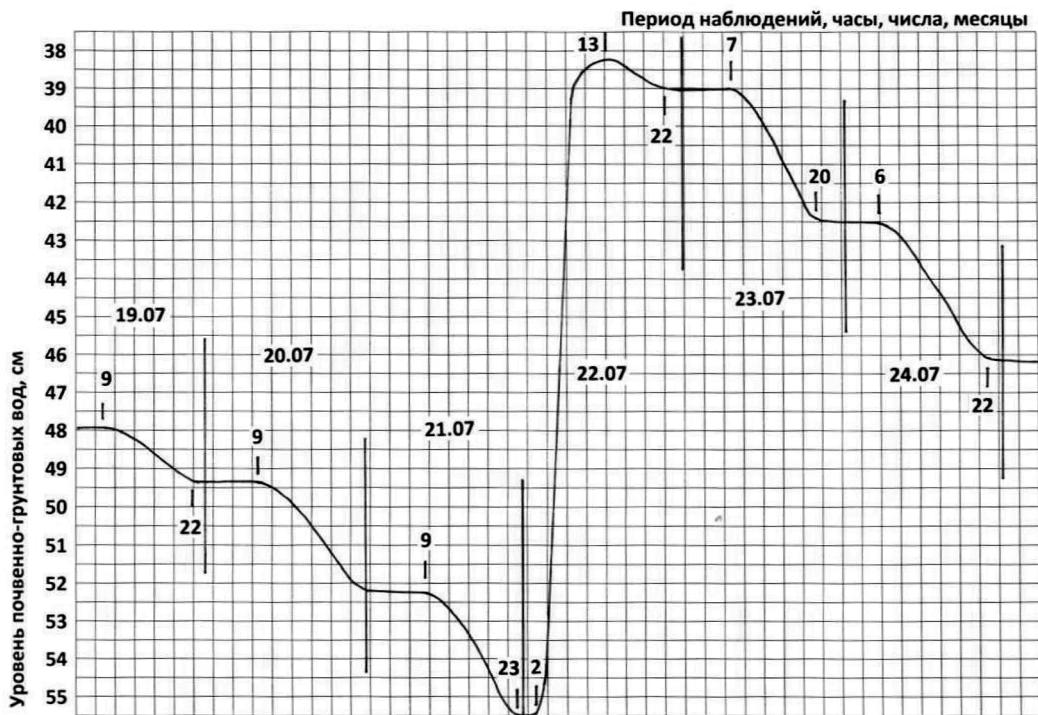


Рис. 2. Копия рабочей ленты самописца уровня почвенно-грунтовых вод.  
Чередование сухих периодов с влажным. Подъем уровня почвенно-грунтовых вод с 55,5 до 38,5 см произошел  
вследствие дождя. Обозначения те же, что на рис. 1

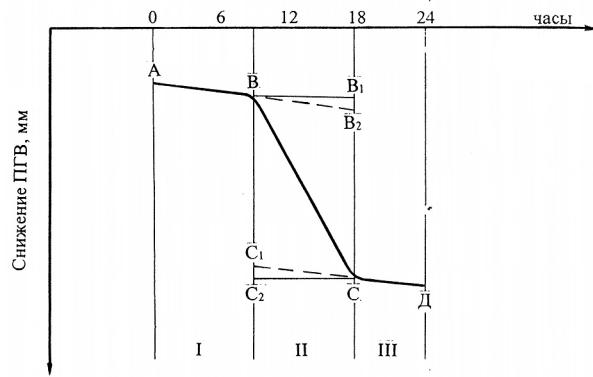


Рис. 3. Суточный цикл снижения почвенно-грунтовых вод. I и III периоды (линии АВ и СД) – начало и конец суток, периоды, когда присутствуют только постоянные расходные статьи водного баланса, в основном сток.

II период (линия ВС) – середина суток, период, когда проявляются временные расходные статьи водного баланса: десукиция и пополнение влаги к испаряющей поверхности почвы

по периодическим причинам можно рассчитать как разницу между общим снижением уровня воды во втором периоде и величиной снижения почвенно-грунтовых вод по первым причинам (формула 2).

$$E = BC - E_1, \quad (2)$$

где  $E$  – снижение уровня почвенно-грунтовых вод за счет периодических факторов;  $BC$  – сниже-

ние уровня почвенно-грунтовых вод в середине суток;  $E_1$  – снижение уровня почвенно-грунтовых вод во втором периоде за счет постоянных факторов.

Снижение уровня почвенно-грунтовых вод во втором периоде за счет постоянно действующих причин можно определить по данным начала и конца суточного цикла снижения почвенно-грунтовых вод в периоды без осадков (формула 3).

$$E_1 = \frac{B_1 B_2 + C_1 C_2}{2}, \quad (3)$$

где  $E_1$  – снижение уровня почвенно-грунтовых вод во втором периоде суток за счет постоянно действующих причин, в основном за счет стока;  $B_1 B_2$  и  $C_1 C_2$  – величины снижения уровня почвенно-грунтовых вод за счет постоянно действующих причин, соответствующие тенденциям динамики почвенно-грунтовых вод в первом и третьем периодах.

Вполне вероятно, что десукиция и пополнение влаги к испаряющей поверхности почвы не совпадают по времени, поэтому в дальнейших исследованиях их надо разделить. Четкий ритм динамики уровня почвенно-грунтовых вод в середине суток, вероятнее всего, является следствием деятельности живой природы, то есть растений. Для выяснения последнего предположения

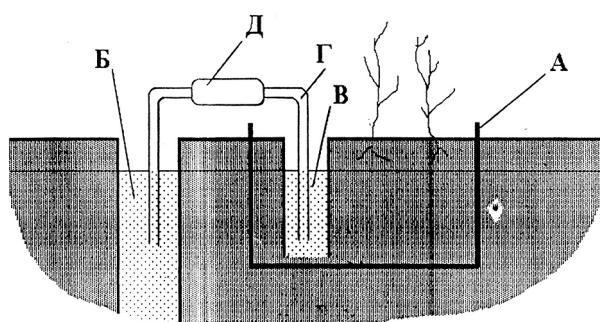


Рис. 4. Схема опытного испарителя: А – сосуд с почвой и напочвенным покровом; Б – колодец около сосуда А; В – колодец в сосуде А; Г – сифон, соединяющий колодцы Б и В; Д – прибор для учета влаги

предполагается изготовить испаритель по схеме, показанной на рис. 4, который позволит вычленить из общего расхода почвенной влаги количество воды, потребляемое древостоями.

Уровень воды в колодце Б соответствует уровню почвенно-грунтовых вод на окружающей территории. Соединив колодцы Б и В сифоном, мы добьемся такого же уровня и в сосуде А, то есть идентичности условий в сосуде и на окружающем участке. Расход воды на участке вблизи испарителя будет идти на десукцию древостоями, десукцию напочвенным покровом и на пополнение влаги к испаряющей поверхности почвы. Учет расхода этой влаги будет проводиться на основе динамики уровня воды в колодце Б. Расход воды из сосуда А будет идти на десукцию напочвенным покровом и пополнение влаги к испаряющей поверхности почвы. Десукция древостоями будет оцениваться по количеству воды, необходимому для выравнивания уровней в колодцах Б и В. Для этого в сифон, соединяющий колодцы Б и В, будет встроен прибор для учета воды. Появится возможность вычленить этот расход воды из общего расхода почвенной влаги и точнее определить десукцию древесной растительностью.

Исследования по оценке запасов влаги в почве на основе глубины стояния почвенно-грунтовых вод доказывают наличие на многих объектах связи, близкой к функциональной, но единого уравнения, описывающего эту связь для всех условий, нет. Поэтому следует продолжить исследования по оценке запасов влаги в почве по глубине стояния почвенно-грунтовых вод. Надо перейти от величины снижения или подъема уровня почвенно-грунтовых вод к эквивалентному слою воды, то есть истинному изменению запасов влаги в почве. Анализ суточного цикла динамики уровня почвенно-грунтовых вод является лишь основой оперативного определения изменения запасов влаги в почве. Дальнейшая ее разработка требует

более глубокого изучения связи изменения запасов влаги с динамикой уровня почвенно-грунтовых вод с учетом особенностей этих процессов. Например, известно, что коэффициент водоотдачи не одинаков при подъеме и опускании почвенно-грунтовых вод, он зависит от интенсивности процесса и положения уровня относительно поверхности почвы, то есть обладает гистерезисом. Для того чтобы перейти от линейных величин снижения или повышения зеркала почвенно-грунтовых вод к объемным, то есть к традиционным величинам определения количества воды, надо изучать влажность почвы, осадки и другие параметры. Следовательно, для определения истинных запасов влаги в почве требуется автоматическая фиксация и других параметров, характеризующих водный режим. Это можно сделать при помощи распределенного программно-аппаратного комплекса для изучения составляющих водного баланса [3]. Для сбора информации на определенной площади должна быть развернута сеть измерительных станций. В процессе работы автономные станции будут производить измерения различных параметров окружающей среды: уровня почвенно-грунтовых вод, влажности почвы, количества атмосферных осадков, температуры воздуха, влажности воздуха, освещенности. В дальнейшем количество датчиков может быть уточнено и дополнено. Передача данных на сервер производится посредством GSM-сети. Для автоматизации процесса обработки полученных данных на стороне сервера будет реализовано программное обеспечение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Опыт проводился в разновозрастных (80–200 лет, основное поколение 120–160 лет) сосновых осоково-сфагновых Va класса бонитета на торфяных почвах. Исходные запасы насаждений составляли около 120 м<sup>3</sup>/га (табл. 1). В год начала эксперимента один участок осушили каналами глубиной в один метр, проложенными через 72 метра один от другого. Этот участок в эксперименте назван интенсивно осушенным. Второй участок расположен на периферии болотного массива. Ближайшие осушительные каналы находятся в направлениях под прямым углом от границ пробной площади на большом расстоянии, равном 170 метрам. Этот участок назван слабо осушенным.

Мелиорация оказала положительное влияние на рост леса. Во втором пятилетии после начала эксперимента осушенный древостой уже рос интенсивнее, чем неосушенный (см. табл. 1).

В первые пять лет разницы в росте насаждений не наблюдалось. Это объясняется тем, что

Таблица 1  
Таксационные показатели насаждений

Пробная площадь	Тип леса	Состав	Год после осушения	Полнота	Запас, км
Осушенный участок	Сосняк осоково-сфагновый	9С1Б	0	1,0	122
			5	1,0	128
			10	1,0	141
Неосушенный участок (контроль)	То же	То же	0	1,1	118
			5	1,1	125
			10	1,1	132

Таблица 2

Суточная динамика уровней почвенно-грунтовых вод в периоды без дождей на участках с разной степенью осушения (в числителе – на слабо осушенному участке, в знаменателе – на интенсивно осушенному участке)

Дата опыта, число, месяц	Снижение уровня почвенно-грунтовых вод, мм		
	общее	середина суток	начало и конец суток
Апрель			
26	2/2	0/0	2/2
27	2/2	0/0	2/2
28	1/3	0/0	1/3
29	1/3	0/0	1/3
30	2/2	0/0	2/2
Май			
6	2/3	2/2	0/1
7	1/3	1/2	0/1
8	3/6	2/4	1/2
9	3/7	2/6	1/1
10	2/5	2/4	0/1
Июнь			
22	7/28	6/24	1/4
23	9/22	8/18	1/4
24	9/19	8/16	1/3
25	7/17	6/13	1/4
26	6/18	5/13	1/2
Июль			
19	4/14	3/13	1/1
20	12/29	11/28	1/1
21	14/33	13/32	1/1
23	5/35	4/34	1/1
24	5/37	4/35	1/2
Август			
25	11/16	9/16	2/0
26	9/17	9/17	0/0
27	8/18	8/18	0/0
28	8/13	8/13	0/
29	7/13	7/13	0/0
Сентябрь			
13	4/5	4/4	0/0
14	5/3	5/3	0/0
15	2/3	2/3	0/0
16	4/2	4/2	0/0
17	5/4	4/4	1/0

в первые годы сосняки не отзываются на осушение. У них сначала развивается корневая система и только потом проявляется разница в росте надземной части. В первые три года у сосняков может наблюдаться даже снижение прироста.

Расход воды древостоями изучался на двенадцатый год после начала опыта. На графиках представлены результаты, полученные в периоды без осадков (рис. 5). Они наглядно иллюстрируют то, что предложенным способом можно установить различие в росте насаждений посредством оценки потребляемой ими влаги из почвы. Так, под более производительным осушенным насаждением уровень почвенно-грунтовых вод ежедневно снижался за счет десукиции и пополнения влаги к испаряющей поверхности на большую величину, чем под неосушеным. При этом за счет стока уровень почвенно-грунтовых вод на обоих участках снижался незначительно и практически одинаково.

Примерно одинаковое снижение уровня почвенно-грунтовых вод на интенсивно и слабо осушенных участках в начале и конце суток можно объяснить тем, что на слабо осушенному участку уровень воды находится в верхних слоях торфа, которые обладают большей водопроницаемостью, чем нижние, в которых находится уровень воды на интенсивно осушенному участке.

Основное снижение почвенно-грунтовых вод в период вегетации происходит в середине суток за счет периодически действующих факторов, вероятнее всего, в основном за счет десукиции (табл. 2, рис. 3).

В табл. 2 приведены данные по отдельным дням в каждом месяце, графики построены по средним значениям всего периода наблюдения.

Уровень почвенно-грунтовых вод чутко реагирует на начало и конец периодически дей-

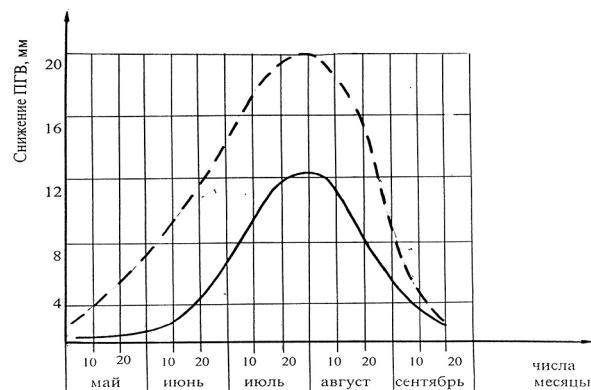


Рис. 5. Динамика уровней почвенно-грунтовых вод на участках с разной степенью осушения. Пунктирная линия – слабо осушенный участок. Сплошная линия – интенсивно осушенный участок

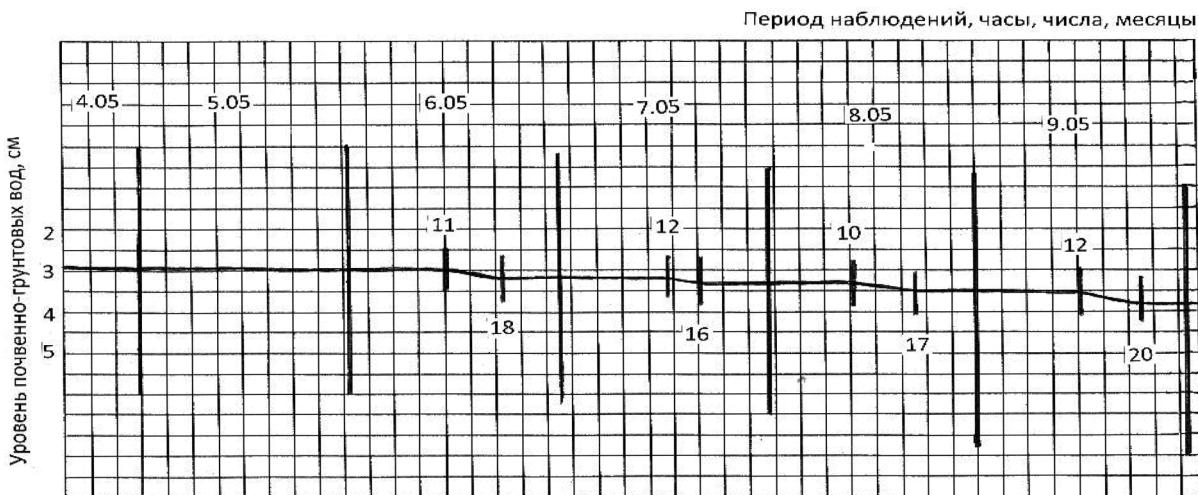


Рис. 6. Копия рабочей ленты самописца уровня почвенно-грунтовых вод.  
Перепады уровней почвенно-грунтовых вод в середине суток начиная с 6 мая могут означать начало вегетации.  
Обозначения те же, что на рис. 1

ствующих факторов. Его снижение за счет этого процесса поддается учету, а разница по вариантам достоверна.

По расходу почвенной влаги в середине суток можно судить о развитии древостоя. Чем интенсивнее растет древостой, тем больше воды он потребляет и тем интенсивнее происходит снижение почвенно-грунтовых вод [4].

На рис. 6 представлена динамика уровня почвенно-грунтовых вод на слабо осушеннем участке в начале мая. На графике отчетливо видно, что 5 мая линия, характеризующая уровень почвенно-грунтовых вод, плавная и не имеет заметного перепада в середине суток. С 6 мая в середине суток начинается небольшое увеличение наклона линии. Если в дальнейших исследованиях мы докажем, что это не связано с физическим испарением, то это будет означать начало вегетации. Данные табл. 2 подтверждают высказанное предположение. С 26 по 29 апреля снижения уровня

почвенно-грунтовых вод в середине суток не наблюдалось.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод основан на использовании в качестве критерия оценки роста растений количества воды, потребляемой их корнями, десукции. Конечно это более сложный показатель, чем прирост. Но у десукции есть преимущества перед приростом. Получение информации о ее количественной характеристики при помощи автоматизированных устройств несомненно проще, чем обмер растений. Эта информация поступает непрерывно, и по отклонениям от обычного ритма водного питания можно оперативно судить об изменениях роста растений и об изменениях, происходящих в окружающей среде. По этим отклонениям, как по одному из самых чутких, среди известных, показателей ростовых процессов растений, можно оценить меру воздействия различных мероприятий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куллик Н. Ф. Блочный самописец уровня грунтовых вод // Лесное хозяйство. 1958. № 10. С. 78–79.
2. Роде А. А. Избранные труды: В 4 т. Т. 3: Основы учения о почвенной влаге. М., 2008. 663 с.
3. Тершуков И. А., Харитонов А. Н., Мощевикин А. П. Распределенный программно-аппаратный комплекс для изучения составляющих водного баланса // Инновационные преобразования, приоритетные направления и тенденции развития в экономике, проектном менеджменте, образовании, юриспруденции, языкоизнании, культурологии, экологии, зоологии, химии, биологии, медицине, психологии, политологии, филологии, философии, социологии, градостроительстве, информатике, технике, математике, физике: Сб. науч. статей по итогам междунар. научно-практ. конф. 29–30 апреля 2014 г. СПб.: КультИнформПресс, 2014. С. 161–163.
4. Харитонов А. Н. Использование десукции как нового критерия для оценки состояния лесов в лесопатологическом мониторинге // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство: Материалы 3-й Междунар. научно-практ. конф. М., 2013. С. 237–240.

**Kharitonov A. N.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

## RESEARCH OF DESUCTION AND ITS USE FOR SCIENTIFIC PURPOSES

The author has applied an unconventional indicator for assessing plants growth and development: desuction, i.e. the amount of water consumed by the plant roots. Desuction is an important physiological process, which is associated with the accumulation of plant mass. The study of its quantitative characteristics *in vivo* will provide new opportunities of studying the growth processes of plants and can have a very wide range of application: in biology, in the natural monitoring and some other fields of knowledge, such as consumption of soil moisture which is often estimated as the total evaporation (evapotranspiration). The proposed method can be used by hydrophysicists for rapid determination of evapotranspiration from limited areas. The ultimate goal of the project is to develop methods for rapid assessment of growth and development of plants in natural conditions on the basis of the amount of water consumed by their roots taking into account other conditions of plants existence, soil fertility, etc. This paper presents the first steps in this direction. The basic principles of rapid determination of desuction by plant communities (forest, field, swamp, etc.) in homogeneous areas have been developed. It is proved that this indicator can be successfully applied *in vivo* to assess the development of plant communities. It is shown that automatic devices can record this indicator, therefore an opportunity arises to increase the share of automation of the research process, including collection of field data and their processing results. The directions of further research are outlined. A concept of a new evaporator is proposed.

Key words: desuction as a criterion for evaluating plant growth, quantitative assessment, automation of data collection in field experiments, instruments for automatic recording of desuction

## REFERENCES

1. K u l i k N. F. Block self-recording gauge of groundwater level [Blochnyy samopisets urovnya gruntovykh vod]. *Lesnoe khozyaystvo*. 1958. № 10. P. 78–79.
2. R o d e A. A. *Izbrannye trudy: V 4 t. T. 3: Osnovy ucheniya o pochvennoy vlage* [Basic knowledge about soil moisture]. Moscow, 2008. 663 p.
3. T e r sh u k o v I. A., K h a r i t o n o v A. N., M o s h c h e v i k i n A. P. Distributed hardware systems for the study of the components of the water balance [Raspredelenny programmno-apparatnyy kompleks dlya izucheniya sostavlyayushchikh vodnogo balansa]. *Innovatsionnye preobrazovaniya, prioritetnye napravleniya i tendentsii razvitiya v ekonomike, proektnom menedzhmente, obrazovaniii, yurisprudentsii, yazykoznanii, kul'turologii, ekologii, zoologii, khimii, biologii, meditsine, psichologii, politologii, filologii, filosofii, sotsiologii, gradostroitel'stve, informatike, tekhnike, matematike, fizike: Sb. nauchnykh statey po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 29–30 aprelya 2014 g.* St. Petersburg, Kul'tinformPress Publ., 2014. P. 161–163.
4. K h a r i t o n o v A. N. Using desuction as a new criterion for assessing the state of forests in forest pathology monitoring [Ispol'zovanie desuktsii kak novogo kriteriya dlya otsenki sostoyaniya lesov v lesopatologicheskem monitoringe]. *Gosudarstvennyy lesnoy reestr, gosudarstvennaya inventarizatsiya lesov i lesoustroystvo: Materialy 3-y Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* Moscow, 2013. P. 237–240.

Поступила в редакцию 15.07.2015